

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3882894号

(P3882894)

(45) 発行日 平成19年2月21日(2007.2.21)

(24) 登録日 平成18年11月24日(2006.11.24)

(51) Int. Cl.

F I

B 6 2 D 6/00	(2006.01)	B 6 2 D 6/00	Z Y W
B 6 2 D 101/00	(2006.01)	B 6 2 D 101:00	
B 6 2 D 111/00	(2006.01)	B 6 2 D 111:00	
B 6 2 D 113/00	(2006.01)	B 6 2 D 113:00	
B 6 2 D 119/00	(2006.01)	B 6 2 D 119:00	

請求項の数 5 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-353354 (P2001-353354)
 (22) 出願日 平成13年11月19日(2001.11.19)
 (65) 公開番号 特開2003-154962 (P2003-154962A)
 (43) 公開日 平成15年5月27日(2003.5.27)
 審査請求日 平成16年4月27日(2004.4.27)

(73) 特許権者 000006286
 三菱自動車工業株式会社
 東京都港区港南二丁目16番4号
 (74) 代理人 100090022
 弁理士 長門 侃二
 (72) 発明者 本山 廉夫
 東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車工業株式会社内

審査官 関 裕治朗

(56) 参考文献 特開平3-157272 (JP, A)
 特開平10-147253 (JP, A)
 特開平11-48997 (JP, A)
 特開平11-152057 (JP, A)
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 操舵反力制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両の操舵輪に機械要素を介して連結され、上記操舵輪を転向可能な操舵手段と、
 上記操舵手段に対して操作力を付加可能なアクチュエータと、
 上記操舵輪の路面に対する横滑り角を検出する横滑り角検出手段と、
上記横滑り角検出手段により検出された横滑り角に基づき、旋回時の上記操舵輪の横力に起因して上記操舵手段に発生する操舵反力、及びサスペンションのセルフアライニングトルクに起因して上記操舵手段に発生する操舵反力を補償するための操舵付加トルクを算出する操舵付加トルク算出手段と、

上記横滑り角の発生に伴い上記操舵付加トルクに基づき上記アクチュエータを制御して上記操舵手段に上記横滑り角と略比例する操舵反力を発生させる制御手段と
 を備えたことを特徴とする操舵反力制御装置。

【請求項2】

上記操舵付加トルク算出手段は、上記横滑り角が所定値以下の場合には、上記操舵付加トルクとして略0を算出することを特徴とする請求項1に記載の操舵反力制御装置。

【請求項3】

上記車両の運動状態を検出する運動状態検出手段を更に有し、
 上記制御手段は、上記運動状態検出手段の検出値が所定値以下の場合に、上記操舵輪の舵角が小さくなるよう、上記アクチュエータを制御することを特徴とする請求項1に記載の操舵反力制御装置。

10

20

【請求項 4】

乗員による上記操舵手段の操作状態を検出する操作状態検出手段を更に有し、

上記制御手段は、上記乗員の操作によらず上記横滑り角が発生した場合に、上記操舵輪の舵角が小さくなるよう、上記アクチュエータを制御することを特徴とする請求項 1 に記載の操舵反力制御装置。

【請求項 5】

上記操舵手段は、上記アクチュエータとして備えられた電動モータにより乗員の操作に助勢力を付加する電動パワーステアリングであり、

上記制御手段は、上記電動パワーステアリングが有するハンドル戻り側のフリクションを相殺するよう、上記電動モータを制御することを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れかに記載の操舵反力制御装置。

10

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、運転者の操舵に抗する操舵反力を制御する操舵反力制御装置に関するものである。

【0002】**【関連する背景技術】**

操舵反力の制御機能を備えない一般的なパワーステアリング装置では、タイヤ特性やサスペンション形式、或いはパワーステアリングのアシスト特性等に応じて操舵反力が自ずと決定される。そして、これらのタイヤ特性、サスペンション形式、アシスト特性等は、車両の走行特性（例えば操縦性や安定性）に大きく影響する要素であり、走行特性を優先して各要素が決定される結果、操舵反力に対しては必ずしも最適な設定がなされとは限らなかった。

20

【0003】

例えば操舵反力は、車両旋回時に発生する前輪横力やサスペンションによるセルフアライニングトルクの影響を受けて、車体前軸滑り角（車両の旋回方向に対する車体の角度）や前輪滑り角（車両の旋回方向に対する前輪の角度）が大きい領域において急減する。しかしながら、このような特性は、旋回限界付近での運転者の過度の操舵を招き易いことから、寧ろ運転者のハンドル戻しを促して車両挙動を安定させるために、操舵反力を増大させる特性が望ましく、従来のパワーステアリング装置では、この要望を満たすことができなかった。

30

【0004】**【発明が解決しようとする課題】**

上記対策として、車体滑り角に基づいて操舵反力を制御する技術が提案されているが、周知のように車体滑り角は操舵輪の操舵に対して遅れをもって発生するため、操舵反力の制御にも応答遅れが生じて、運転者に違和感を与える可能性がある。

【0005】

一方、ドライビングシュミレータ、或いは操舵輪とステアリングホイールとを機械的に直結せず、検出操舵角に応じて電動モータ等により操舵輪を転向するパワーステアリングを備えた車両では、操舵に伴う操舵反力がステアリングホイールに伝達されないことから、意図的に操舵反力を発生させる必要がある。そこで、例えば特登 3 1 4 7 6 5 3 号では、操舵輪のセルフアライニングトルク等を考慮して基本的な操舵反力を算出すると共に、操舵反力に対して操舵輪の滑り角に応じた重み付けを行い、得られた操舵反力をステアリングホイールに付与している。

40

【0006】

しかしながら、この技術の目的は、操舵反力が伝達されることがないステアリングホイールに操舵反力を付与することにあるため、実際の操舵により発生する操舵反力を正確に模擬することを目標としている。即ち、上記のように車両挙動の安定化等のために積極的に操舵反力を制御する場合とは目的が異なることから、当該技術を適用した場合には、操舵

50

輪の滑り角に応じた重み付けの結果、滑り角が小の領域ほど操舵反力を増加させる方向に制御が行われ、旋回限界付近の領域で操舵反力が減少して、却って車両挙動の乱れを引き起こし易いという問題が発生してしまう。

【0007】

本発明の目的は、応答遅れによる違和感を生じることなく操舵反力を適切に制御して、車両挙動の安定化を実現することができる操舵反力制御装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、請求項1の発明では、車両の操舵輪に機械要素を介して連結され、操舵輪を轉向可能な操舵手段と、操舵手段に対して操作力を付加可能なアクチュエータと、操舵輪の路面に対する横滑り角を検出する横滑り角検出手段と、横滑り角検出手段により検出された横滑り角に基づき、旋回時の操舵輪の横力に起因して操舵手段に発生する操舵反力、及びサスペンションのセルフアライニングトルクに起因して操舵手段に発生する操舵反力を補償するための操舵付加トルクを算出する操舵付加トルク算出手段と、横滑り角の発生に伴い操舵付加トルクに基づきアクチュエータを制御して操舵手段に横滑り角と略比例する操舵反力を発生させる制御手段とを備えた。

10

【0009】

車両旋回時の操舵反力は、操舵輪に作用する横力やサスペンションによるセルフアライニングトルク等の影響を受けて、操舵輪の横滑り角が大きい領域において減少する特性を有する。これらの横力に起因する操舵反力、及びセルフアライニングトルクに起因する操舵反力を補償するための操舵付加トルクが操舵付加トルク算出手段により算出され、操舵付加トルクに基づき制御手段によりアクチュエータが制御される。これにより操舵手段には横滑り角が発生する方向、つまりステアリング中立方向に操舵反力が付加され、結果として横滑り角が大きい領域での操舵反力の減少が抑制されて、横滑り角と略比例する操舵反力が操舵手段に発生する。従って、この横滑り角が大きい旋回限界付近の領域では、運転者の過度の操舵が抑制されると共に、積極的に運転者のハンドル戻しが促され、車両挙動が安定する。そして、操舵輪の横滑り角は、車両を旋回させるための操舵輪の操舵とほとんど同時に発生することから、応答遅れによる違和感を運転者に与えることなく、上記した操舵反力制御が可能となる。

20

【0010】

又、請求項2の発明では、操舵付加トルク算出手段を、横滑り角が所定値以下の場合には、操舵付加トルクとして略0を算出するように構成した。従って、横滑り角が所定値以下で操舵反力の減少による不具合が生じない領域では、操舵付加トルクとして略0が算出されるため、アクチュエータの制御による操舵反力の付加が中止され、これによりアクチュエータの無駄な駆動ロスが回避される。

30

【0011】

更に、請求項3の発明では、車両の運動状態を検出する運動状態検出手段を更に有し、制御手段を、運動状態検出手段の検出値が所定値以下の場合に、操舵輪の舵角が小さくなるよう、アクチュエータを制御するように構成した。

従って、車両の運動状態、例えばヨーレートや横加速度等が所定値以下の場合には、運転者の積極的な操舵によるものでなく、横風等の外乱による車両挙動の乱れと見なせる。そして、このときの車両は、サスペンションのキャストレールの影響で操舵輪が横風や横勾配等の外乱の作用方向（横風のときは風下方向、横勾配のときは下側）に強制的に操舵されるため、横滑り角が通常の操舵による旋回時とは逆方向に発生し、横滑り角の発生方向に操舵反力を付加する請求項1の発明の制御では、風下方向や勾配下側への操舵が助長されてしまう。このような場合、操舵輪の舵角を小さくするようにアクチュエータの制御が切換えられるため、結果として車両の直進性が保たれて、外乱による悪影響が未然に防止される。

40

【0012】

一方、請求項4の発明では、乗員による操舵手段の操作状態を検出する操作状態検出手段

50

を更に有し、制御手段を、乗員の操作によらず横滑り角が発生した場合に、操舵輪の舵角が小さくなるよう、アクチュエータを制御するように構成した。

従って、操舵手段の操作状態、例えば操舵角や操舵トルクが所定値以下の場合には、運転者の積極的な操舵によるものでなく、横風や路面の横勾配による車両挙動の乱れと見なせる。そして、このときの車両は、サスペンションのキャストトレールの影響で操舵輪が風下方向又は勾配下側に強制的に操舵されるため、横滑り角が通常の操舵による旋回時とは逆方向に発生し、横滑り角の発生方向に操舵反力を付加する請求項1の発明の制御では、風下方向や勾配下側への操舵が助長されてしまう。このような場合、操舵輪の舵角を小さくするようにアクチュエータの制御が切換えられるため、結果として車両の直進性が保たれて、横勾配による悪影響が未然に防止される。

10

【0013】

又、請求項5の発明では、操舵手段が、アクチュエータとして備えられた電動モータにより乗員の操作に助勢力を付加する電動パワーステアリングであり、制御手段を、電動パワーステアリングが有するハンドル戻り側のフリクションを相殺するよう、電動モータを制御するように構成した。

従って、電動パワーステアリングが有するハンドル戻り側のフリクションが相殺されるため、運転者が操舵を中止すると、ステアリングホイールが円滑に中立位置へと復帰し、その操作感が向上する。

【0014】

【発明の実施の形態】

20

[第1実施形態]

以下、本発明を電動式パワーステアリング装置に適用される操舵反力制御装置に具体化した第1実施形態を説明する。

図1は本実施形態の操舵反力制御装置を示す全体構成図である。この図に示すように、ステアリングホイール1はステアリングシャフト2を介してギアボックス3に連結され、ギアボックス3は左右のタイロッド4を介して車両の前輪5（操舵輪）に連結されている。運転者によりステアリングホイール1が回転されると、その回転はギアボックス3により左右の直線運動に変換され、タイロッド4を介して操舵輪5が転向される。本実施形態では、これらのステアリングホイール1、ステアリングシャフト2、ギアボックス3、タイロッド4により操舵手段が構成されている。ギアボックス3には電動モータ（アクチュエータ）6が装着され、この電動モータ6の回転はギアボックス3に入力されて、上記運転者による操舵が助勢される。

30

【0015】

パワーステアリング装置の全体的な制御を実行する制御手段としてのECU（電子コントロールユニット）11は車室内に設置されており、図示しない入出力装置、記憶装置（ROM、RAM等）、中央処理装置（CPU）、タイマカウンタ等を備えている。ECU11の入力側には、運転者によりステアリングホイール1に与えられた操舵トルク T_{sw} を検出するトルクセンサ12、同じく運転者による操舵角 θ_{sw} を検出する操舵角センサ13、車速 V を検出する車速センサ14、車両のヨーレイト $\dot{\theta}$ を検出するヨーレイトセンサ15、車両の横加速度 a_y を検出する横加速度センサ16等の各種センサ類が接続され、ECU11の出力側には、上記電動モータ6等のデバイス類が接続されている。

40

【0016】

図2はECU11が実行する操舵付加トルク算出ルーチンを示すフローチャートである。ECU11はこのルーチンを所定の制御インターバルで実行し、まず、ステップS2で上記各センサ類からの検出情報を入力する。次いで、ステップS4で前輪5の滑り角 μ を算出し、その後、ステップS6で操舵付加トルク T_a を算出して、ルーチンを終了する。

【0017】

図3は上記ルーチンに従ってECU11により行われる操舵トルク T_s の算出手順を示すブロック図であり、以下、この図に基づいてECU11の処理をさらに説明する。

トルクセンサ12により検出された操舵トルク T_{sw} 、及び車速センサ14により検出され

50

た車速 V は基本アシストトルク設定部 2 1 に入力され、当該設定部 2 1 により予め設定されたマップに従って操舵トルク T_{sw} と車速 V とから基本アシストトルク T_0 (具体的にはモータ電流値) が算出される。

【 0 0 1 8 】

一方、操舵角センサ 1 3 により検出された操舵角 δ_{sw} が実舵角設定部 2 2 に入力され、当該設定部 2 2 により次式(1)に従って前輪実舵角 δ_f が算出される。ここに、 N はステアリングギア比である。

$$\delta_f = \delta_{sw} / N \dots\dots\dots (1)$$

又、車速センサ 1 4 により検出された車速 V 、ヨーレートセンサ 1 5 により検出されたヨーレート $\dot{\gamma}$ 、横加速度センサ 1 6 により検出された横加速度 a_y は車体前軸滑り角設定部 2 3 に入力され、当該設定部 2 3 により次式(2)に従って車体前軸滑り角 δ_{fa} が算出される。ここに、 L_f は車両の重心と前軸間の距離である。

【 0 0 1 9 】

$$\delta_{fa} = \int \dot{\gamma} dt - (a_y / V) dt + L_f / V \dots\dots\dots (2)$$

尚、この車体前軸滑り角 δ_{fa} の算出手法は、一般にヨー角速度積分方式と称されるものであるが、他の算出手法を適用してもよい。例えば、実車試験により車速 V 及び操舵角 δ_{sw} と車体前軸滑り角 δ_{fa} との関係をモデル化しておき、検出した車速 V と操舵角 δ_{sw} から車体前軸滑り角 δ_{fa} を割り出す車両モデル方式を適用したり、或いは、光学式の横滑り計測装置を用いて、車体前輪滑り角 δ_{fa} を直接的に検出したりしてもよい。

【 0 0 2 0 】

図 4 は車両旋回時における滑り角の発生状況を示しており、車両の旋回中においては、運転者が与えた前輪実舵角 δ_f に対して車両の前軸上における旋回方向、すなわち車体前軸滑り角 δ_{fa} がずれており、前輪滑り角 δ_f が発生している。

上記した前輪実舵角 δ_f 及び車体前軸滑り角 δ_{fa} が入力された減算処理部 2 4 では、次式(3)に従って前輪滑り角 δ_f が算出される。

【 0 0 2 1 】

$$\delta_f = \delta_f - \delta_{fa} \dots\dots\dots (3)$$

算出された前輪滑り角 δ_f は操舵付加トルク設定部 2 5 に入力され、当該設定部 2 5 では、図 5 に示すマップに基づいて操舵付加トルク T_a (モータ電流値) を算出する。図に示すように、操舵付加トルク T_a は、前輪滑り角 δ_f が所定値 f_0 (絶対値) 以下の小さい領域では 0 に抑制され、前輪滑り角 δ_f が所定値 f_0 を越えると、前輪滑り角 δ_f の増加に伴って急増するように設定される。尚、 f_0 の具体的な値としては、5 ~ 7deg 程度が望ましい。

【 0 0 2 2 】

この操舵付加トルク T_a と上記した基本アシストトルク T_0 とは加算処理部 2 6 に入力され、当該設定部 2 6 では、次式(4)に従って操舵トルク T_s (モータ電流値) が算出される。

$$T_s = T_0 + T_a \dots\dots\dots (4)$$

そして、得られた操舵トルク T_s に基づいて電流ドライバ 2 7 により電動モータ 6 が駆動制御され、これにより運転者による操舵が助勢される。

【 0 0 2 3 】

このように本実施形態の操舵反力制御装置では、前輪滑り角 δ_f に応じた操舵付加トルク T_a を基本アシストトルク T_0 に加算して、パワーステアリング装置の操舵トルク T_s を求めており、以下に、当該操舵反力制御装置による作用を説明する。

図 6 は車両旋回時における前輪横力 F_y とセルフアライニングトルク T_{sa} との発生状況を示し、図 7 は前輪横力 F_y により発生する操舵反力 T_{fy} の特性を示し、図 8 はセルフアライニングトルク T_{sa} により発生する操舵反力 T_{sat} の特性を示し、図 9 は操舵反力 T_{fy} 、 T_{sat} を加算した特性を示している。

【 0 0 2 4 】

図 6 中の上段は前輪 5 を平面視し、下段は前輪 5 を側面視しており、この図に示すように、車両旋回中においては、旋回に伴う横力 F_y が前輪 5 に作用すると共に、前輪サスペン

10

20

30

40

50

ションによるセルフアライニングトルク T_{sa} が発生する。前輪横力 F_y はサスペンションのキャストトレールによりトルクに変換されるため、前輪横力 F_y によってステアリング位置に発生する操舵反力 T_{fy} は、ステアリングギア比を N とすると、次式 (5) により表される。

【0025】

$$T_{fy} = F_y(\delta) \times r \times 1/N \dots\dots\dots (5)$$

前輪横力 F_y は前輪滑り角 δ と関連し、得られた操舵反力 T_{fy} は図7に示すように、前輪滑り角 δ の増加に伴って緩やかに増加する特性となる。

同様に、セルフアライニングトルク T_{sa} によってステアリング位置に発生する操舵反力 T_{sat} は、次式 (6) により表される。

【0026】

$$T_{sat} = T_{sa}(\delta) \times r / N \dots\dots\dots (6)$$

このセルフアライニングトルク T_{sa} も前輪滑り角 δ と関連し、得られた操舵反力 T_{sat} は図8に示すように、前輪滑り角 δ の増加に伴って急増した後に急減する特性となる。結果として、これらの操舵反力 T_{fy} , T_{sat} の和である操舵反力 $T_{fy} + T_{sat}$ (換言すれば、ステアリング操作に要する操舵トルク) がステアリングホイール1に作用し、図9に示すように操舵反力 $T_{fy} + T_{sat}$ は、前輪滑り角 δ の増加に略比例して増加した後に急減する特性となる。

【0027】

ここで、上記のように操舵トルク T_s には前輪滑り角 δ に応じた操舵付加トルク T_a が加算されているため、図10に示すように操舵反力 $T_{fy} + T_{sat}$ に操舵付加トルク T_a を加算した値が、実際の操舵トルク T_s としてステアリングホイール1に作用する。つまり、加算された操舵付加トルク T_a は、前輪滑り角 δ が発生している中立方向に作用して操舵反力を増加させるため、結果として前輪滑り角 δ の増加に略比例して増加する操舵反力特性が得られる。

【0028】

よって、前輪滑り角 δ が大きい旋回限界付近の領域においても、操舵反力は急減することなく前輪滑り角 δ の増加に伴って増加することになり、旋回限界付近での運転者の過度の操舵を抑制すると共に、積極的に運転者のハンドル戻しを促し、結果として車両挙動を安定させることができる。

そして、操舵付加トルク T_a を設定するための前輪滑り角 δ は、車体前軸滑り角 δ_a のように前輪実舵角 δ に対して遅れることなく、前輪実舵角 δ とほとんど同時に発生することから、前輪滑り角 δ が大きい旋回限界付近の領域では直ちに操舵反力が増加され、応答遅れによる違和感を運転者に与えることなく、上記した車両挙動の安定化を実現することができる。

【0029】

又、図9に示す操舵反力 $T_{fy} + T_{sat}$ の特性は、タイヤの種別や磨耗状態、サスペンション形式、車重や積載重量等に応じて変化するが、操舵付加トルク T_a に基づく補正により、これらの要因に影響されることなく、上記のように車両挙動の安定化を実現することができる。例えば、高速走行時に操舵反力が不足する傾向がある軽量車であっても、十分な操舵反力が得られて安定化を図ることができる。

【0030】

一方、図9の特性から明らかなように、前輪滑り角 δ が小さい領域では、前輪滑り角 δ に略比例する操舵反力 $T_{fy} + T_{sat}$ が得られるため、図5に示すように、この領域(所定値 δ_0 以下)では操舵反力を補正する必要がないとして、操舵付加トルク T_a を0に抑制している。よって、無駄なモータ駆動による電力ロスを回避できるという利点もある。

【0031】

尚、本実施形態では、前輪滑り角 δ に対する操舵反力特性をリニアなものとするべく、図9に示した $T_{fy} + T_{sat}$ の特性に、図5に示した操舵付加トルク T_a を付加するように制御したが、本発明はこれに限らず、例えば図15に示すような前輪滑り角 δ に対してリニ

10

20

30

40

50

アな特性の操舵付加トルク T_a を付加するようにしてもよい。この場合にも、車両の旋回限界付近での操舵反力抜けが抑制され、運転者の過度の操舵を抑制して車両挙動を安定させることができる。

【0032】

[第2実施形態]

次に、本発明を別の操舵反力制御装置に具体化した第2実施形態を説明する。本実施形態の操舵反力制御装置は第1実施形態のものに比較して、車両の横風等の外乱が作用したときに操舵付加トルク T_a の設定処理を切替える点が相違している。従って、共通する構成の説明は省略し、相違点を重点的に説明する。

【0033】

図11はECU11が実行する操舵付加トルク算出ルーチンを示すフローチャートである。まず、ステップS12でヨーレートセンサ15(運動状態検出手段)からの検出情報を読み込み、ステップS14でヨーレートの絶対値が所定値 th 未満か否かを判定する。当該処理の目的は、車両が横風等の外乱を受けているか否かを判別することにある。つまり、外乱により車両の挙動が乱された場合にもヨーレートは発生するが、その値は運転者の積極的な操舵による場合に比較して小さいことから、ヨーレートに基づいて何れの要因によるものかを判別しているのである。尚、所定値 th としては、例えば0.05rad/sec(2.9deg/sec)が設定されている。

【0034】

ステップS14の判定がNO(否定)のとき、つまり、ヨーレートが大で運転者の操舵による旋回がなされたと推測されるときには、上記第1実施形態と同様に、ステップS2でセンサ検出情報の入力、ステップS4で前輪横滑り角 f の算出処理、ステップS6で前輪滑り角 f に基づく操舵付加トルク T_a の算出処理を実行した後、ルーチンを終了する。よって、前輪滑り角 f が大きい旋回限界付近の領域において操舵反力が増加され、車両挙動の安定化が図られる。

【0035】

又、上記ステップS14の判定がYES(肯定)のとき、つまり、ヨーレートが小で外乱によるものと推測されるときにはステップS16に移行し、図示しないマップに従ってヨーレートに応じた操舵付加トルク T_a を算出した後、ルーチンを終了する。このときの操舵付加トルク T_a は、例えばヨーレートの増加に伴って増加設定され、結果として外乱により車両挙動が乱れるほど操舵反力(操舵トルク T_s)が強められて、車両の直進性が保たれる。

【0036】

ここで、横風等の外乱が車両に作用すると、キャストトレールの影響で前輪5が風下方向に強制的に操舵されるため、このときの前輪滑り角 f は、図4に示す通常の操舵による旋回時とは逆方向に発生する。よって、ステップS2~6の処理を実施した場合、図5のマップから操舵付加トルク T_a が逆の極性として設定され、結果として風下方向への操舵を助長するように操舵トルク T_a が作用してしまうことになる。

【0037】

上記のように本実施形態では、このような場合にステップS2~6の処理からステップS16の処理に切替えて、ヨーレートを抑制する方向に操舵トルク T_s を制御するため、第1実施形態の作用効果に加えて、横風等の外乱による悪影響を未然に防止できるという利点を奏する。

尚、本実施形態では、ヨーレートに基づいて操舵反力制御を切替えたが、例えば横加速度 a_y も車両挙動の乱れに伴って変化するため、ヨーレートに代えて横加速度センサ16(運動状態検出手段)により検出された横加速度 a_y を利用してよい。具体的には、上記フローチャート中のヨーレートを横加速度 a_y に置き換えると共に、所定値 th を所定値 a_{yth} 、例えば0.5m/sec²(0.05G)に置き換えればよい。

【0038】

又、本実施形態では、上述のようにヨーレートや横加速度 a_y が所定値以下の範囲では

10

20

30

40

50

前輪滑り角 f による操舵付加トルク T_a の付加は行わない。このため、ヨーレート $\dot{\psi}$ や横加速度 a_y が所定値以上の範囲で、第 1 実施形態における図 15 のように前輪滑り角 f に対して操舵付加トルク T_a がリニアに増加する特性を用いる場合には、図 16 に示すように、前輪滑り角 f が所定値 f_1 (ヨーレート $\dot{\psi}$ や横加速度 a_y の所定値に対応する値、例えば 0.5deg) 以下の領域では、操舵付加トルク T_a が 0 となり、且つ、前輪滑り角 f が所定値 f_1 を越える領域で、操舵付加トルク T_a がリニアに増加するようなマップとすればよい。

【0039】

[第3実施形態]

次に、本発明を別の操舵反力制御装置に具体化した第 3 実施形態を説明する。本実施形態の操舵反力制御装置は第 2 実施形態のものに比較して、横勾配の路面走行時に操舵付加トルク T_a の設定処理を切替える点が相違している。従って、共通する構成の説明は省略し、相違点を重点的に説明する。

【0040】

図 12 は ECU 11 が実行する操舵付加トルク算出ルーチンを示すフローチャートであり、ステップ S22 で操舵角センサ 13 (操作状態検出手段) からの検出情報を読み込み、ステップ S24 で運転者による操舵角 δ の絶対値が所定値 δ_{swth} 未満か否かを判定する。当該処理の目的は、車両が横勾配の路面を走行中であるか否かを判別することにある。つまり、横勾配の路面では車重が側方に作用するため、第 2 実施形態の外乱が作用した場合と同様に、キャストトレール δ_{c} の影響で前輪 5 が勾配下側に強制的に操舵されて操舵角 δ が発生する。そして、このときの操舵角 δ は運転者の積極的な操舵による場合に比較して小さいことから、操舵角 δ に基づいて何れの要因によるものを判別しているのである。尚、所定値 δ_{swth} としては、例えば 0.2rad (11deg) が設定されている。

【0041】

ステップ S24 の判定が NO で操舵による旋回と推測されるときには、上記第 2 実施形態と同様に、ステップ S2~6 の処理を実行する。よって、前輪滑り角 f が大きい旋回限界付近の領域において操舵反力が増加され、車両挙動の安定化が図られる。

又、上記ステップ S24 の判定が YES のとき、つまり、操舵角 δ が小で横勾配の路面を走行中と推測されるときにはステップ S26 に移行し、図示しないマップに従って操舵角 δ に応じた操舵付加トルク T_a を算出した後、ルーチンを終了する。このときの操舵付加トルク T_a は、例えば操舵角 δ の増加に伴って増加設定され、結果として横勾配により車両挙動が乱れるほど操舵反力 (操舵トルク T_s) が強められて、車両の直進性が保たれる。

【0042】

ここで、横勾配の路面での走行時には、第 2 実施形態の外乱と同じく、通常の操舵による旋回時とは逆方向に前輪滑り角 f が発生するため、ステップ S2~6 の処理では、勾配下側への操舵を助長するように操舵トルク T_a が作用して、車両挙動を更に乱してしまう。本実施形態では、このような場合にステップ S26 で操舵角 δ を抑制する方向に操舵トルク T_s を制御するため、横勾配による悪影響を未然に防止できるという利点を奏する。

【0043】

尚、本実施形態では、操舵角 δ に基づいて操舵反力制御を切替えたが、例えば操舵角 δ に代えてトルクセンサ 12 (操作状態検出手段) により検出された操舵トルク T_{sw} を利用してもよい。即ち、操舵トルク T_{sw} が大のときには運転者の操舵と見なし、操舵トルク T_{sw} が小のときには横勾配と見なし、それに応じて処理を切替えばよい。又、横勾配による影響が強いほど、直進を保つために運転者の操舵トルク T_{sw} も大きくなるため、操舵トルク T_{sw} の増加に伴って操舵付加トルク T_a を増加設定すれば、車両の直進性を保つことができる。よって、具体的には、上記フローチャート中の操舵角 δ を操舵トルク T_{sw} に置き換えると共に、所定値 δ_{swth} を所定値 T_{swth} 、例えば 0.5Nm に置き換えればよい。

【0044】

10

20

30

40

50

又、本実施形態においても第2実施形態と同様に、前輪滑り角 δ に対する操舵不可トルク T_a のマップとして図16に示すものを用いてもよい。

【第4実施形態】

次に、本発明を別の操舵反力制御装置に具体化した第4実施形態を説明する。本実施形態の操舵反力制御装置は第1実施形態のものに比較して、電動式パワーステアリング装置が有するフリクションを相殺するための操舵付加トルク T_b を考慮した点が相違している。従って、共通する構成の説明は省略し、相違点を重点的に説明する。

【0045】

ECU11は第1実施形態と同じく図2のルーチンを実行し、そのステップS6では操舵付加トルク T_a に加えて、図13のマップに基づき、ハンドル戻り側において略一定値の操舵付加トルク T_b を設定する。この設定処理は、図3では操舵付加トルク設定部25で行われ、設定された操舵付加トルク T_a, T_b が加算処理部26で基本アシストトルク T_0 に加算されて、操舵トルク T_s が算出される。

10

【0046】

従って、第1実施形態と同じく操舵反力が旋回限界付近で増加するように制御されて、車両挙動の安定化が図られると共に、加えて、ハンドル戻り側において常に一定の操舵付加トルク T_b が作用することになる。周知のように、電動パワーステアリング装置は電動モータ6の減速機構（特にウォーム式）が有するフリクションにより、図14に示すように、常に回転方向と逆方向にフリクショントルク T_{fr} が発生するため、セルフライニングトルク T_{sa} による操舵反力 T_{sat} のみでは、中立位置へのハンドル戻りが悪い。本実施形態では、上記操舵付加トルク T_b によりハンドル戻り側のフリクショントルク T_{fr} が相殺されるため、運転者が操舵を中止すると、ステアリングホイール1は円滑に中立位置へと復帰し、その操作感を大幅に向上できるという利点を奏する。

20

【0047】

以上で実施形態の説明を終えるが、本発明の態様はこの実施形態に限定されるものではない。例えば上記実施形態では、電動式パワーステアリング装置に適用される操舵反力制御装置に具体化した但、油圧式パワーステアリング装置に適用してもよい。具体的には、パワーステアリング装置に電動モータ6を設置すると共に、図3中の操舵付加トルク設定部25で設定された操舵付加トルク T_a に基づいて電流ドライバ27により電動モータ6を駆動制御し、これによりパワーステアリング装置側の油圧による操舵トルク（基本アシストトルク T_0 に相当）を補正するように構成すればよい。

30

【0048】

【発明の効果】

以上説明したように請求項1の操舵反力制御装置によれば、応答遅れによる違和感を生じることなく操舵反力を適切に制御して、車両挙動の安定化を実現することができる。

又、請求項2の操舵反力制御装置によれば、請求項1の発明に加えて、アクチュエータの無駄な駆動ロスを未然に回避することができる。

【0049】

更に、請求項3の操舵反力制御装置によれば、請求項1の発明に加えて、横風等の外乱による悪影響を未然に防止することができる。

40

一方、請求項4の操舵反力制御装置によれば、請求項1の発明に加えて、横勾配による悪影響を未然に防止することができる。

又、請求項5の操舵反力制御装置によれば、請求項1乃至4の発明に加えて、電動パワーステアリングのフリクションを相殺して、操作感を大幅に向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施形態の操舵反力制御装置を示す全体構成図である。

【図2】第1実施形態のECU11が実行する操舵付加トルク算出ルーチンを示すフローチャートである。

【図3】操舵トルク T_s の算出手順を示すブロック図である。

【図4】車両旋回時における滑り角の発生状況を示す図である。

50

【図5】操舵付加トルク T_a を設定するためのマップを示す図である。

【図6】車両旋回時における前輪横力 F_y とセルフアライニングトルク T_{sa} との発生状況を示す図である。

【図7】前輪横力 F_y により発生する操舵反力 T_{fy} の特性図である。

【図8】セルフアライニングトルク T_{sa} により発生する操舵反力 T_{sat} の特性図である。

【図9】操舵反力 T_{fy} , T_{sat} を加算した特性図である。

【図10】操舵トルク T_s の特性図である。

【図11】第2実施形態のECUが実行する操舵付加トルク算出ルーチンを示すフローチャートである。

【図12】第3実施形態のECUが実行する操舵付加トルク算出ルーチンを示すフローチャートである。 10

【図13】第4実施形態の操舵付加トルク T_b を設定するためのマップを示す図である。

【図14】電動式パワーステアリング装置でのフリクショントルク T_{fr} の発生状況を示す特性図である。

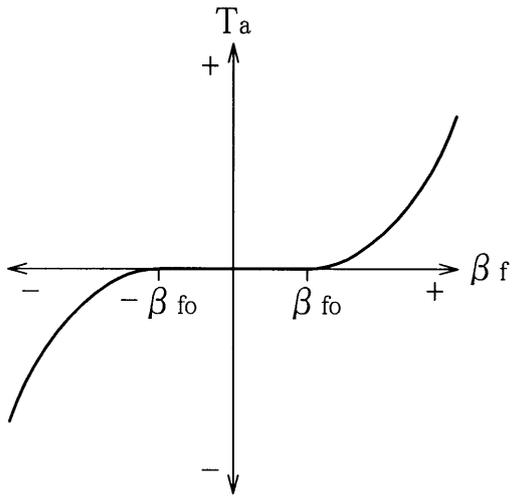
【図15】第1実施形態の操舵付加トルク T_a を設定するためのマップの別例を示す図である。

【図16】第2実施形態の操舵付加トルク T_a を設定するためのマップの別例を示す図である。

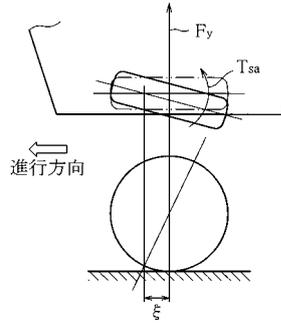
【符号の説明】

- | | | |
|----|--------------------|----|
| 1 | ステアリングホイール（操舵手段） | 20 |
| 2 | ステアリングシャフト（操舵手段） | |
| 3 | ギアボックス（操舵手段） | |
| 4 | タイロッド（操舵手段） | |
| 5 | 前輪（操舵輪） | |
| 6 | 電動モータ（アクチュエータ） | |
| 11 | ECU（制御手段） | |
| 12 | トルクセンサ（操作状態検出手段） | |
| 13 | 操舵角センサ（操作状態検出手段） | |
| 15 | ヨーレイトセンサ（運動状態検出手段） | |
| 16 | 横加速度センサ（運動状態検出手段） | 30 |

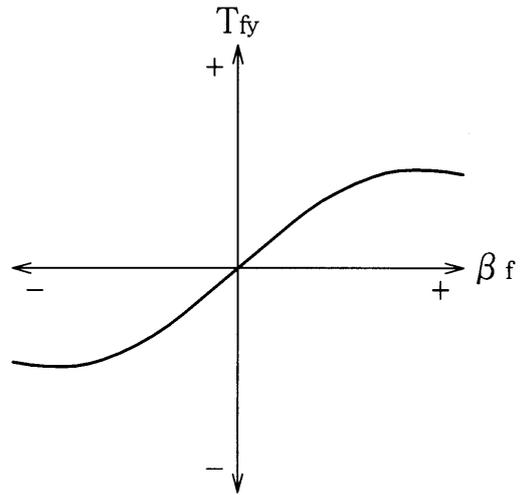
【 図 5 】



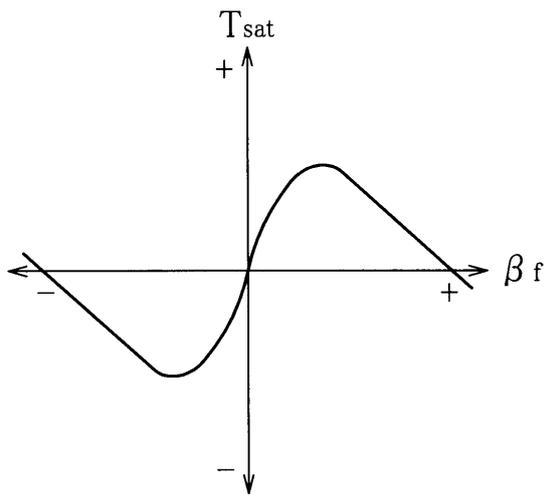
【 図 6 】



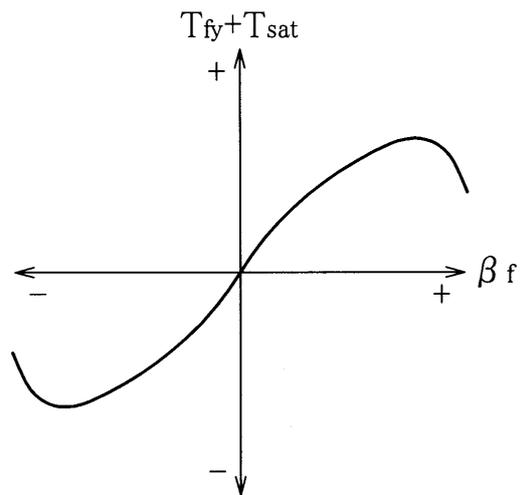
【 図 7 】



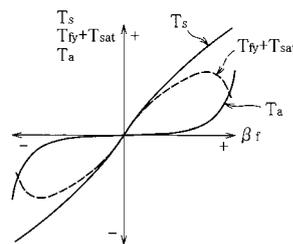
【 図 8 】



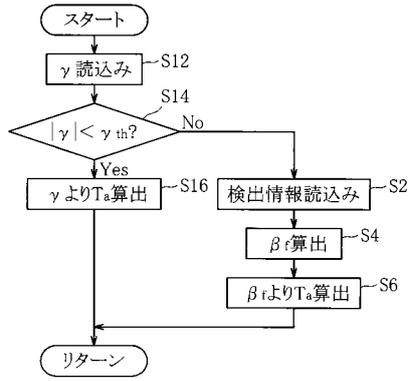
【 図 9 】



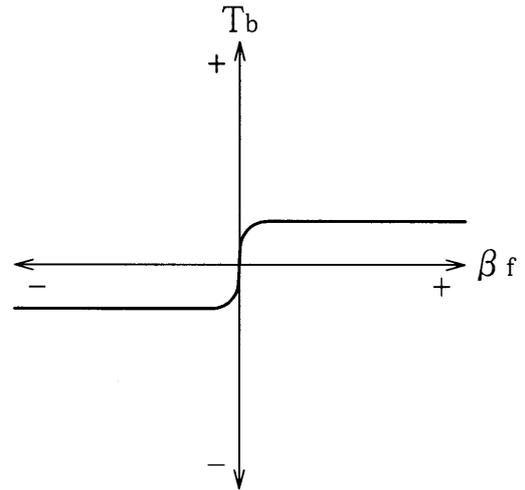
【 図 10 】



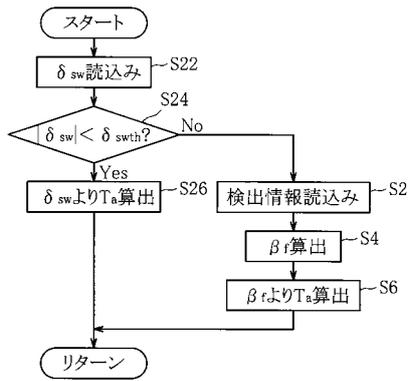
【図11】



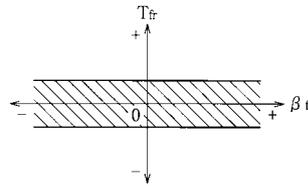
【図13】



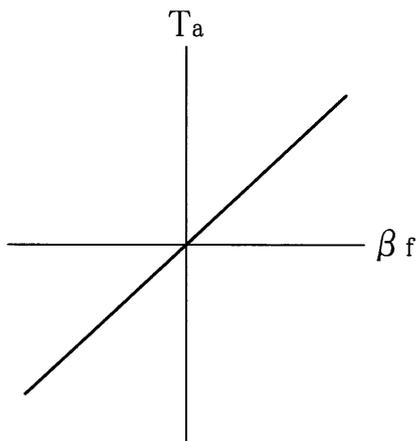
【図12】



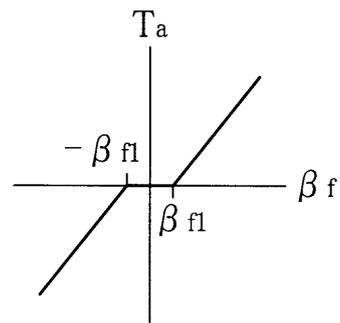
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I
B 6 2 D 137/00 (2006.01) B 6 2 D 137:00

(58) 調査した分野(Int.Cl. , D B名)
B62D 6/00